Aula 2

DILATAÇÃO TÉRMICA DOS SÓLIDOS E LÍQUIDOS

A **dilatação térmica** é o aumento da distância entre as partículas devido ao aumento da temperatura, acarretando aumento das dimensões.

Dilatação térmica dos sólidos

- **Dilatação linear:** Ocorre em uma única dimensão.

$$\boxed{\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta\theta} \text{ e } \boxed{L = L_0\,(1+\alpha \cdot \Delta\theta)}$$

Em que α é o coeficiente de dilatação linear.

- **Dilatação superficial:** Ocorre em duas dimensões.

$$\boxed{\Delta A = \beta \cdot A_0 \cdot \Delta\theta} \text{ e } \boxed{A = A_0\,(1+\beta \cdot \Delta\theta)}$$

Em que β é o coeficiente de dilatação superficial: $\boxed{\beta = 2\alpha}$

- **Dilatação volumétrica:** Ocorre em três dimensões.

$$\boxed{\Delta V = \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta\theta} \text{ e } \boxed{V = V_0\,(1+\gamma \cdot \Delta\theta)}$$

Em que γ é o coeficiente de dilatação volumétrica: $\boxed{\gamma = 3\alpha}$

Dilatação térmica dos líquidos

- Dilatação real $\boxed{\Delta V = \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta\theta}$, em que γ é o coeficiente de dilatação real do líquido.
- Dilatação aparente $\boxed{\Delta V_{ap} = \gamma_{ap} \cdot V_0 \cdot \Delta\theta}$, em que γ_{ap} é o coeficiente de dilatação aparente do líquido.
- Dilatação recipiente (frasco) $\boxed{\Delta V_F = \gamma_F \cdot V_0 \cdot \Delta\theta}$, em que γ_F é o coeficiente de dilatação volumétrica do frasco.

Relação entre as dilatações: $\boxed{\Delta V = \Delta V_{ap} + \Delta V_F}$

Relação entre os coeficientes: $\boxed{\gamma_{ap} = \gamma - \gamma_F}$

Comportamento anômalo da água

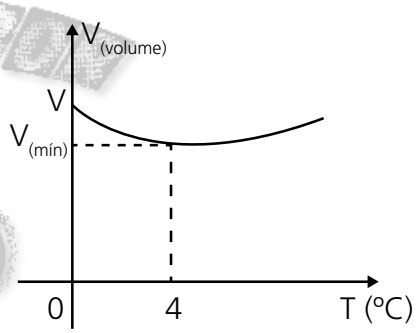
A água líquida contrai-se ao ser aquecida de 0 °C a 4 °C e dilata-se quando aquecida a partir de temperaturas superiores a 4 °C. A densidade máxima da água (1 g/cm³) ocorre a 4 °C. Esse comportamento é explicado pela existência de um tipo especial de ligação entre suas moléculas: as chamadas pontes de hidrogênio. Essa ligação é de natureza elétrica e ocorre entre átomos de hidrogênio de moléculas diferentes. As pontes de hidrogênio estabelecem-se porque as moléculas de água são polares, isto é, apresentam certa polaridade elétrica.

Portanto, quando a temperatura de certa quantidade de água aumenta a partir de 0 °C, ocorrem dois efeitos que se opõem quanto à sua manifestação macroscópica.

- A maior agitação térmica molecular produz um aumento na distância média entre as moléculas, o que se traduz por um aumento de volume.
- As pontes de hidrogênio se rompem e, em razão desse rompimento, na nova situação de equilíbrio, as moléculas se aproximam umas das outras, o que se traduz por uma diminuição do volume.

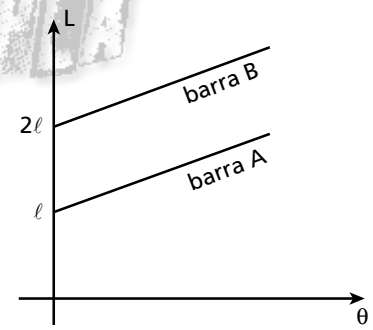
Ambos os efeitos estão sempre ocorrendo. A predominância de um ou outro efeito é que vai acarretar na dilatação ou contração da água. Daí, podemos concluir que, de 0 °C a 4 °C, predomina o segundo efeito (rompimento das pontes de hidrogênio), acarretando na contração da água. No aquecimento acima de 4 °C, o efeito predominante passa a ser o primeiro (aumento da distância entre as moléculas) e, por isso, ocorre a dilatação.

Esse comportamento anômalo da água permite a existência de vida marinha nas regiões onde o inverno é extremamente rigoroso.



Exercícios

01. (AFA) No gráfico a seguir, está representado o comprimento L de duas barras A e B em função da temperatura θ.



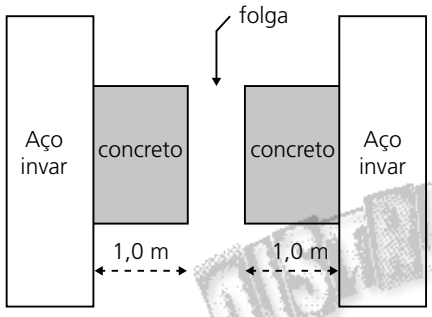
Sabendo-se que as retas que representam os comprimentos da barra A e da barra B são paralelas, pode-se afirmar que a razão entre o coeficiente de dilatação linear da barra A e o da barra B é

A) 0,25
B) 0,50
C) 1,00
D) 2,00

02. (ITA-SP) Uma certa resistência de fio, utilizada para aquecimento, normalmente dissipa uma potência de 100 W quando funciona a uma temperatura de 100 °C. Sendo de $2 \cdot 10^{-3}$ K^{-1} o coeficiente da dilatação térmica do fio, conclui-se que a potência instantânea dissipada pela resistência, quando operada a uma temperatura inicial de 20 °C, é

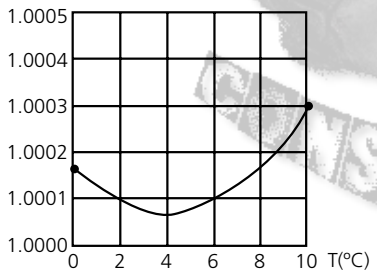
A) 32 W
B) 84 W
C) 100 W
D) 116 W
E) 132 W

03. (Efomm) Duas placas de concreto de comprimento 1,0 m devem ser construídas entre duas barras de aço invar (aço de coeficiente de ligação desprezível). Qual é a folga mínima, em centímetros, entre as placas para não haver rachaduras quando a temperatura variar positivamente de 40 °C?
Dado: Coeficiente de dilatação linear do concreto = $12 \cdot 10^{-6}$ $°C^{-1}$



A) 0,18
B) 0,16
C) 0,14
D) 0,12
E) 0,10

04. (Efomm) O diagrama a seguir mostra como o volume de 1 g de água se comporta em função de uma variação de temperatura de 0 °C a 10 °C. Após uma cuidadosa análise, conclui-se que, neste intervalo de temperatura



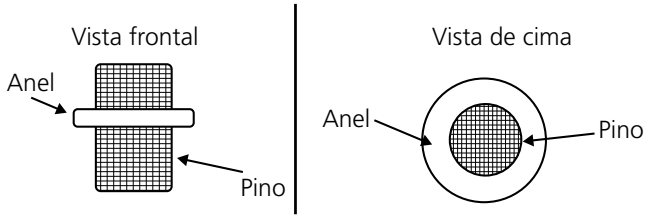
A) a densidade fica constante e igual a 1.
B) a massa específica aumenta e diminui.
C) o peso específico diminui e aumenta.
D) o coeficiente de expansão volumétrica é negativo e constante.
E) o coeficiente de expansão volumétrica é constante e positivo.

05. (EsPCEx) Um estudante de Física, desejando medir o coeficiente de dilatação volumétrico de uma substância líquida, preenche completamente um recipiente de 400 cm^3 de volume interno com a referida substância. O conjunto encontra-se inicialmente à temperatura de equilíbrio t_1 = 10 °C e é aquecido até a temperatura de equilíbrio t_2 = 90 °C. O coeficiente de dilatação volumétrica do recipiente é $\gamma = 4,0 \cdot 10^{-5}$ $°C^{-1}$. Sabendo que houve um transbordamento de 20 cm^3 do líquido, o coeficiente de dilatação da substância líquida é de

A) $2,25 \cdot 10^{-4}$ $°C^{-1}$
B) $5,85 \cdot 10^{-4}$ $°C^{-1}$
C) $6,25 \cdot 10^{-4}$ $°C^{-1}$
D) $6,65 \cdot 10^{-4}$ $°C^{-1}$
E) $1,03 \cdot 10^{-3}$ $°C^{-1}$

06. (EsPCEx) Quatro metais diferentes X, Y, Z e W possuem, respectivamente, os coeficientes de dilatação superficial β_X, β_Y, β_Z e β_W, os quais são constantes para a situação a ser considerada a seguir. As relações entre os coeficientes de dilatação são: $\beta_X > \beta_Y$, $\beta_Z > \beta_W$ e $\beta_Y = \beta_Z$

A figura a seguir mostra uma peça em que um anel envolve um pino de forma concêntrica, e o anel e o pino são feitos de metais diferentes.



Desenho ilustrativo

À temperatura ambiente, o pino está preso ao anel. Se as duas peças forem aquecidas uniforme e simultaneamente, é correto afirmar que o pino se soltará do anel se

A) Y for o metal do anel e X for o metal do pino.
B) Y for o metal do anel e Z for o metal do pino.
C) W for o metal do anel e Z for o metal do pino.
D) X for o metal do anel e W for o metal do pino.
E) Z for o metal do anel e X for o metal do pino.

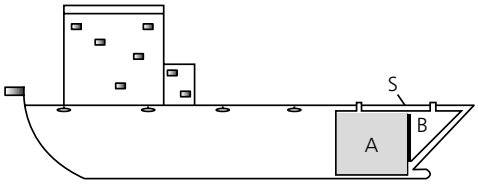
07. (AFA) Um frasco de vidro, cujo volume é 2000 cm^3 a 0 °C, está completamente cheio de mercúrio a esta temperatura. Sabe-se que o coeficiente de dilatação volumétrica do mercúrio é $1,8 \cdot 10^{-4}$ $°C^{-1}$ e o coeficiente de dilatação linear do vidro de que é feito o frasco é $1,0 \cdot 10^{-5}$ $°C^{-1}$. O volume de mercúrio que irá entornar, em cm^3, quando o conjunto for aquecido até 100 °C, será

A) 6,0
B) 18
C) 36
D) 30

08. (AFA) Um recipiente tem capacidade de 3000 cm^3 a 20 °C e está completamente cheio de um determinado líquido. Ao aquecer o conjunto até 120 °C, transbordam 27 cm^3. O coeficiente de dilatação aparente desse líquido, em relação ao material de que é feito o recipiente, é, em $°C^{-1}$, igual a

A) $3,0 \cdot 10^{-5}$
B) $9,0 \cdot 10^{-5}$
C) $2,7 \cdot 10^{-4}$
D) $8,1 \cdot 10^{-4}$

09. (Efomm)

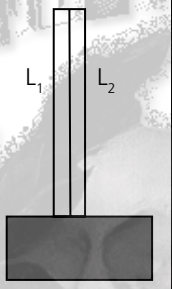


Um navio petroleiro recebe uma carga de petróleo de $2,0 \cdot 10^6$ m^3 de uma plataforma de extração de petróleo em águas profundas. Seu tanque A está completamente cheio desse combustível, cuja temperatura é 12 °C. Existe uma ligação desse tanque ao tanque B, vazio (veja o desenho anterior), por meio de uma abertura

S. Sabe-se que um barril de petróleo equivalente a 160 litros. Ao descarregar sua carga no Rio de Janeiro, a uma temperatura de 34 °C, observou-se que extravasou para o tanque B uma quantidade de 4950 barris de petróleo. Neste caso, o coeficiente de dilatação volumétrico é
Dado: Coeficiente de dilatação linear do aço que são feitos os tanques do navio = $1,2 \cdot 10^{-5}$ °C^{-1})
A) $1,8 \cdot 10^{-5}$ °C^{-1}
B) $3,0 \cdot 10^{-5}$ °C^{-1}
C) $3,6 \cdot 10^{-5}$ °C^{-1}
D) $4,8 \cdot 10^{-5}$ °C^{-1}
E) $5,4 \cdot 10^{-5}$ °C^{-1}

10. (ITA-SP) Um relógio de pêndulo, construído de um material de coeficiente de dilatação linear α, foi calibrado a uma temperatura de 0 °C para marcar um segundo exato ao pé de uma torre de altura **h**. Elevando-se o relógio até o alto da torre observa-se um certo atraso, mesmo mantendo-se a temperatura constante. Considerando R o raio da Terra, L o comprimento do pêndulo a 0 °C e que o relógio permaneça ao pé da torre, então a temperatura para a qual obtém-se o mesmo atraso é dada pela relação
A) $2h/\alpha R$
B) $h(2R + h)/\alpha R^2$
C) $[(R + h)^2 - LR]/\alpha LR$
D) $R(2h + R)/\alpha(R + h)^2$
E) $(2R + h)/\alpha R$

11. Duas lâminas metálicas são coladas como indica a figura. O material da lâmina L_1 tem coeficiente de dilatação maior do que o da lâmina L_2. À temperatura ambiente, as lâminas estão verticais. A temperatura é, então, elevada e, em seguida, diminuída até abaixo da temperatura ambiente. Durante o processo descrito, podemos afirmar que ambas lâminas se encurvam, inicialmente, para

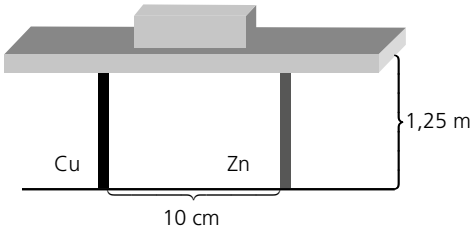


A) a direita e ali permanecem.
B) a esquerda e ali permanecem.
C) a esquerda e depois para a direita.
D) a esquerda e depois retornam à vertical.
E) a direita e depois para a esquerda.

12. (EsPCEx) Um recipiente de vidro, que tem inicialmente um volume interno de 40 cm^3, é preenchido com glicerina, de modo a deixar uma parte vazia no recipiente. Para que o volume dessa parte vazia não se altere ao variar a temperatura do conjunto, o volume inicial de glicerina colocado nesse recipiente deve ser de
Dados: O coeficiente de dilatação linear do vidro é igual a $8 \cdot 10^{-6}$ °C^{-1} e o coeficiente de dilatação da glicerina é igual a $5 \cdot 10^{-4}$ °C^{-1}.
A) 1,92 cm^3
B) 4,51 cm^3
C) 3,30 cm^3
D) 2,02 cm^3
E) 4,08 cm^3

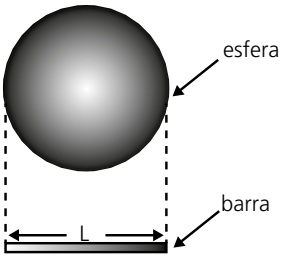
13. Uma placa de aço (coeficiente de dilatação linear = $1,0 \cdot 10^{-5}$ °C^{-1}) tem o formato de um quadrado de 1,5 m de lado e encontra-se a uma temperatura de 10 °C. Nessa temperatura, retira-se um pedaço da placa com formato de um disco de 20 cm de diâmetro e aquece-se, em seguida, apenas a placa furada, até a temperatura de 510 °C. Recolocando-se o disco, mantido a 10 °C, no "furo" da placa a 510 °C, verifica-se uma folga, correspondente a uma coroa circular de área
A) 1,57 cm^2
B) 3,14 cm^2
C) 6,3 cm^2
D) 12,6 cm^2
E) 15,7 cm^2

14. A figura mostra duas barras verticais, uma de cobre e outra de zinco, fixas inferiormente. Elas suportam uma plataforma horizontal onde está apoiado um corpo. O coeficiente de atrito estático entre o corpo e a plataforma é 0,01 e os coeficientes de dilatação linear do cobre e do zinco valem $2,6 \cdot 10^{-5}$ °C^{-1} e $1,8 \cdot 10^{-5}$ °C^{-1}, respectivamente. Qual a menor variação de temperatura capaz de provocar o deslizamento do corpo sobre a plataforma?



A) 80 °C
B) 100 °C
C) 120 °C
D) 150 °C
E) 200 °C

15. A figura a seguir ilustra uma esfera maciça de diâmetro L e uma barra de mesmo material com comprimento também igual a L, ambos a uma mesma temperatura inicial.



Quando a temperatura dos dois corpos for elevada para um mesmo valor final, a razão entre o aumento do diâmetro da esfera e o aumento do comprimento da barra será
A) 9/1
B) 1/3
C) 1/9
D) 1
E) 3/1

Gabarito

1	2	3	4	5
D	D	E	B	D
6	**7**	**8**	**9**	**10**
D	D	B	E	B
11	**12**	**13**	**14**	**15**
E	A	B	B	D

Supervisor(a): MARCELO PENA – **Autor(a):** ANDREW AQUINO
Digitador(a).: VICENTINA – **Revisora.:** KARLLA
OSG.: 028.835 – 151757/20